

JA 0199019

SEP 1987

GABU

(54) WAFER TREATMENT DEVICE

(11) 62-199019 (A) (43) 2.9.1987 (19) JP

(21) Appl. No. 61-40391 (22) 27.2.1986

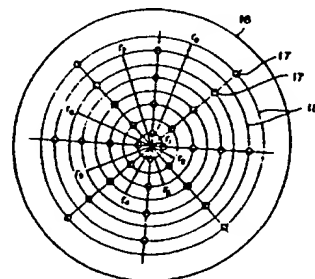
(71) OKI ELECTRIC IND CO LTD (72) TAKA AKI SASAKI

(51) Int. Cl. H01L21/302

$$W_{r1} = W_{r2} = \dots = W_{ri} = \frac{C}{2\pi H} \cdot \frac{\sum_{n=1}^i d_n^2}{r_i} = \text{constant}$$

PURPOSE: To enable the wafer treatment such as formation of CVD films with high uniformity by forming gas supply holes of an upper electrode so that a gas flow velocity on the circumference of a radius on which a substrate to be treated exists satisfies a specified relation.

CONSTITUTION: In a wafer treatment device of parallel flat plate system comprising gas supply holes 17 on an upper electrode 16 opposed to a substrate to be treated, a distance between the processed substrate and the upper electrode is H, a radius of an i-th pitch circle from the center in the upper electrode is r_i ($i=1, 2, 3, \dots$), the number and diameter of the gas supply holes 17 are n_i and d_i respectively, and a coefficient is C. In this case, the gas supply holes 17 whose r_i , n_i and d_i are determined so that a gas flow velocity W_{ri} on a circumference of a radius r_i satisfies the equation in the Fig. is formed on the upper electrode 16 uniformly as a whole. By such a constitution, a flowing velocity of the gas supplied to a wafer through the gas supply holes 17 is always constant to a radius direction. Accordingly, the wafer treatment can be effected high uniformity.



⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 昭62-199019

⑬ Int. Cl.⁴
H 01 L 21/302

識別記号 庁内整理番号
C-8223-5F

⑭ 公開 昭和62年(1987)9月2日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑮ 発明の名称 ウエハ処理装置

⑯ 特 願 昭61-40391

⑰ 出 願 昭61(1986)2月27日

⑱ 発 明 者 佐々木 孝明 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気工業株式会社内

⑲ 出 願 人 沖電気工業株式会社 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号

⑳ 代 理 人 弁理士 菊池 弘

明 細 書

1. 発明の名称

ウエハ処理装置

2. 特許請求の範囲

(1) 加工基板の配位位置と対向する上部電極に反応ガスを供給するガス供給孔を有する平行平板式のウエハ処理装置において、上記加工基板と上記上部電極間距離をH、該上部電極にて中心からl番目のピッチ円の半径を r_l ($l=1, 2, 3, \dots$)、ピッチ円半径 r_l の円周上の上記ガス供給孔の孔数及び孔径を夫々 n_l 及び d_l 、係数をCとする時、上記加工基板の半径 r_l の円周上でのガス流速 W_{r_l} が、

$$W_{r_1} = W_{r_2} = \dots = W_{r_l} = \frac{C}{2\pi H} \cdot \frac{\sum_{k=1}^l n_k d_k^2}{r_l} = \text{一定}$$

なる關係式を満たすよう、上記 r_l 、 n_l 及び d_l を定め、た上記ガス供給孔を上記上部電極の全体としてバランスした位置に形成する構成とした事を特徴とするウエハ処理装置。

(2) 上記ガス供給孔は、上記ピッチ円の円周上の孔径 d_l 及び孔数 n_l を一定とすると共に、上記ピッ

チ円半径 r_l を r_1 を基準として数列 $1, 2, 3, 4, \dots, n, \dots$ ($n=1, 2, 3, \dots$)に従った倍數に設定して形成した事を特徴とする特許請求の範囲第1項記載のウエハ処理装置。

(3) 上記ガス供給孔は、上記ピッチ円半径 r_l を基準として数列 $1, 2, 3, 4, \dots, n, \dots$ ($n=1, 2, 3, \dots$)に従った倍數に設定すると共に、上記ピッチ円の円周上の孔数 n_l 及び孔径 d_l を、夫々 n_1 及び d_1 を基準として数列 $1, 2^1, 2^2, 2^3, \dots, 2^{n-1}, \dots$ 及び数列 $1, 1/\sqrt{2}, 1/2, 1/\sqrt{2}^3, \dots, 1/\sqrt{2}^{n-1}, \dots$ ($n=1, 2, 3, \dots$)に夫々従った倍數に設定して形成した事を特徴とする特許請求の範囲第1項記載のウエハ処理装置。

(4) 上記ガス供給孔は、上記ピッチ円の円周上の孔径 d_l を一定とすると共に、上記ピッチ円半径 r_l 及び孔数 n_l を、夫々 r_1 及び n_1 を基準として数列 $1, 2^1, 2^2, 2^3, \dots, 2^{n-1}, \dots$ 及び数列 $1, 3, 7, 15, \dots, 2^n-1, \dots$ ($n=1, 2, 3, \dots$)に夫々従った倍數に設定して形成した事を特徴とする特許請求の範囲第1項記載のウエハ処理装置。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明はウエハ処理装置に係り、特に平行平板方式を用いたドライエツチング装置、CVD装置等における反応ガス供給装置に関するものである。
(従来の技術)

従来、ウエハ処理装置として、例えばドライエツチング装置においては、加工基板(以後、ウエハと称する)の微細パターンを実現する為に、具方性エツチングが行える平行平板方式が主流となつてきている。

以下、第5図に基き従来のドライエツチング装置の反応ガス供給装置について説明する。同図において、1は反応室であり、この反応室1の上面に設けられているガス導入口2から反応ガス(以後、ガスと略称する)3が定圧室4を介し、内部へと導入される。5はクライオポンプ等の排気手段(図示せず)により反応室1内を所定圧にして排気する為のガス排出口であり、反応室1底面の周縁部の所定個所に設けられている。また反応室

1内には、多数のガス供給孔(または多孔質材)7が設けられた上部電極6及びウエハ9を収容した下部電極8が上下位置に夫々対向して配設されている。

そしてウエハ9の加工の際には、ガス導入口2からガス3が一定定圧室4に導入され、その後一定の所定圧を以つてガス供給孔7を通る。この為、同図に示す如きガス流を以つて、ガス3がウエハ9表面に均一に供給される。またウエハ9との反応後のガス3aは、ガス排出口5を通過して外部へと排出される。

(発明が解決しようとする問題点)

しかしながら、上記従来例においては、定圧室4に一定導入されたガス3は、均一に形成されたガス供給孔または多孔質材7を通過してウエハ9へ供給される為、第5図に示す如く外周部に行く程、ガスの流量が多くなりエツチング速度にばらつきが生ずるという問題がある。第6図はこの様子を示すプラズマエツチングのエツチング特性の代表例であり、主な加工条件は、反応ガス: SiF_4 、反

応ガス圧力: 0.2 Torr, ウエハ: $Si + Si_3N_4$, 下部電極温度: 30℃, RF出力: 300Wである。同図からも明らかな如く、ウエハ9の外周部は中心部に比べ10%程度エツチング速度が大きくなつてゐる。

上記形成の反応ガス供給装置を用いたCVD装置の場合について言えば、ウエハの外周部でCVD膜の成膜速度が大きくなる。

従つて本発明は、以上述べたウエハに供給されるガス流量の不均一性に起因し、ドライエツチング、CVD膜形成等のウエハ処理を均一に行うことが困難であるという問題を解消した、ウエハ処理装置を提供することを目的とする。

(問題点を解決するための手段)

本発明に係るウエハ処理装置は、ウエハの半径 r_i ($i = 1, 2, 3 \dots$) の各円周上でのガス流速 W_{r_i} 、即ちウエハの半径 r_i の円内での全ガス供給量 $Q_{r_i} = \int_{R=1}^i n_R q_R = C \int_{R=1}^i n_R dR^2$ (n_R : 上部電極の中心からR番目のピンチ円周上のガス供給孔の孔数、 q_R : ガス供給孔からのガス供給量、 dR : ガス供給

孔の孔径、 C : 係数) を $H \times 2\pi r_i$ (H : ウエハと上部電極間の距離、 r_i : 上部電極の中心からi番目のピンチ円の半径) で除した量が、 $W_{r_1} = W_{r_2} =$

$$\dots = W_{r_i} = \frac{C}{2\pi H} \cdot \frac{\int_{R=1}^i n_R dR^2}{r_i} = \text{一定なる関係式を満たすようにピンチ円半径 } r_i、\text{半径 } r_i \text{ のピンチ円周上の孔数 } n_i \text{ 及び孔径 } d_i \text{ を定めた多数のガス供給孔を、全体としてバランスさせて上部電極に形成するように形成したものである。}$$

(作用)

以上のように、本発明によれば、ウエハの半径 r_i ($i = 1, 2, 3 \dots$) の各円周上におけるガス流速が、 $W_{r_1} = W_{r_2} = \dots = W_{r_i} =$

$$\frac{C}{2\pi H} \cdot \frac{\int_{R=1}^i n_R dR^2}{r_i} = \text{一定なる関係式を満たすよう、}$$

ピンチ円半径 r_i 、半径 r_i の円周上の孔数 n_i 及び孔径 d_i を定めた多数のガス供給孔をバランスさせて上部電極に形成するようにしたので、ガス供給孔を通してウエハに供給されるガスの流速は半径方向に對し常に一定となる。

【実施例】

以下、第1図ないし第4図に基づき本発明の実施例を詳細に説明する。第1図は本発明の第1の実施例の説明図で、同図(a)において、16は上部電極、17はガス供給孔で各ピンチ円18の円周上に4個ずつ等間隔に形成されている。 $r_1 \sim r_8$ は、各ピンチ円18の半径を示している。なお、奇数番目と偶数番目のピンチ円18の円周上の各ガス供給孔17は、相互に45°をなす中心線上位置にあり、全体にバランスして形成されている。また同図(b)にて、12はガス導入口、13はガス供給孔17を含むピンチ円18の円周上に形成された円周部であり、14は上部電極16の表面を覆っている多孔質材である。

ここに於いて、同図(a)を基にガス供給孔17の形成されているピンチ円18の中心から1番目のピンチ円半径 r_1 ($i=1, 2, 3, \dots$)、ピンチ円半径 r_i の円周上での孔径 d_i 及び孔数 n_i との関係について説明する。この第1の実施例ではウエハ(図示せず)表面のガス流況を中心部から外周部へ放

$= C_1 \cdot 8 \cdot (0.2)^2$ となり、 $Q_{r1} : Q_{r2} = 1 : 2$ 、 $r_1 : r_2 = 1 : 2$ より $W_{r1} = W_{r2}$ が得られ流速は等しくなる。同様にして $W_{r1} = W_{r2} = W_{r3} = \dots = W_{r8}$ となり、ピンチ円半径 r_i の大きさ間隔を小さくしてゆけばガス(図示せず)の流速はウエハ全面に放つて等しくなる。上述したピンチ円半径 r_i 、孔径 d_i 、孔数 n_i の関係を図1に示す。

図 1

| i | r_i (mm) | d_i (mm) | n_i |
|---|------------|------------|-------|
| 1 | 12.5 | 0.2 | 4 |
| 2 | 25.0 | 0.2 | 4 |
| 3 | 37.5 | 0.2 | 4 |
| 4 | 50.0 | 0.2 | 4 |
| 5 | 62.5 | 0.2 | 4 |
| 6 | 75.0 | 0.2 | 4 |
| 7 | 87.5 | 0.2 | 4 |
| 8 | 100.0 | 0.2 | 4 |

またガス導入口12から導入されるガスは、ガス供給孔17を介して円周部13及び多孔質材14

随的に放らす為に、孔径 d_i 及び孔数 n_i を $d_i =$

0.2 (mm)、 $n = 4$ と夫々一定とすると共に、ピンチ円半径 r_i を最小のピンチ円半径 $r_1 (= 12.5 \text{ mm})$ を基準として、数列1, 2, 3, 4, ..., n , ... ($n = 1, 2, 3, \dots$)に従った倍率に設定している。

前述したように、ウエハの半径 r_i の円内での全ガス供給量 Q_{ri} 、及び半径 r_i の円周上でのガス流速 W_{ri} は夫々以下のように表わされる。

$$Q_{ri} = C \cdot \frac{1}{R} \cdot \sum_{i=1}^n n_i R d_i^2 \quad \dots (1)$$

$$W_{ri} = \frac{C}{2\pi H} \cdot \frac{\sum_{i=1}^n n_i R d_i^2}{r_i} \quad \dots (2)$$

式中、 H はウエハと上部電極16間の距離、 C は係数、また1は自然数である。半径 r_i の円内には、ピンチ円半径 r_1 の円周上に4個のガス供給孔17が形成されている。従つて、半径 r_i の円内で放出するガス流量 Q_{ri} 及び半径 r_i の円周上でのガス流速 W_{ri} は、(1)、(2)式より $Q_{r1} = C \cdot 4 \cdot (0.2)^2$ 、 $W_{r1} = \frac{C}{2\pi H} \cdot \frac{4 \cdot (0.2)^2}{r_1}$ となる。またピンチ円半径 $r_2 (= 25.0 \text{ mm})$ の場合、同様にしてガス流量 Q_{r2}

を通ることによつて円周方向に展開され、これにより円周方向におけるガス流速の均一性も十分維持される(同図(b)参照)。

第2図は上記形成の反応ガス供給装置を用い、前述した従来例の場合と全く同一のエッチング条件で、ウエハ上に形成されたシリコン窒化膜(Si_3N_4)にプラズマエッチングを施した時のエッチング特性を示すものである。同図から明らかのように、エッチング速度はウエハ内の位置に依存せず一定であることがわかる。

次に第3図に基づき、第2の実施例を説明する。この第2の実施例において、ガス供給孔17は最小のピンチ円半径 r_1 、ピンチ円半径 r_i の円周上の孔径 d_i 及び孔数 n_i を基準として、各ピンチ円半径 r_i は数列1, 2, 3, 4, ..., n , ...に従った倍率とし、孔数 n_i は数列1, 2^1 , 2^2 , 2^3 , ..., 2^{n-1} , ...に、また同じく孔径 d_i は数列1, $1/\sqrt{2}$, $1/2$, $1/\sqrt{2}^3$, ..., $1/\sqrt{2}^{n-1}$, ... ($n = 1, 2, 3, \dots$)に夫々従った倍率として設定してある。また、これらガス供給孔17は各ピンチ円18の円周上に

おいては等間隔に、しかも全体としてバランスした位置に形成されている。

このように、ガス供給孔 17 の孔数 n_i をピンチ円半径 r_i の倍率に従って果敢的に増加すると共に、孔径 d_i を孔数 n_i の平方根に逆比例して減少させることにより、円周方向におけるガスの流速を一層均一化することができる。表 2 は、上述したピンチ円半径 r_i 、孔径 d_i 及び孔数 n_i の関係を示したものである。

表 2

| i | r_i (mm) | d_i (mm) | n_i |
|---|------------|------------|-------|
| 1 | 25 | 0.5 | 4 |
| 2 | 50 | 0.35 | 8 |
| 3 | 75 | 0.25 | 16 |
| 4 | 100 | 0.18 | 32 |

更に第 4 図を基に、第 3 の実施例を説明する。

この実施例の場合には、加工工数を減らすと共に円周方向のガス流速の均一性を向上させる為に、孔径 d_i は全て一定(0.5mm)とし、各ピンチ円 18

の円周上の孔数 n_i はピンチ円半径 r_i の円周上での孔数 $n_i (=3)$ を基準として、数列 $1, 2, 2^2, 2^3, \dots, 2^{n-1}, \dots$ に従った倍数とし、また各ピンチ円半径 r_i も同様に最小のピンチ円半径 $r_1 (=12.5 \text{ mm})$ を基準とし、数列 $1, 3, 7, 15, \dots, 2^n - 1, \dots (n = 1, 2, 3 \dots)$ に従った倍数とするように設定してある。また、これらガス供給孔 17 は各ピンチ円 18 の円周上にては等間隔に、しかも全体にバランスする位置に形成されている。表 3 は上記第 3 の実施例でのピンチ円半径 r_i 、孔径 d_i 及び孔数 n_i をまとめたものである。

表 3

| i | r_i (mm) | d_i (mm) | n_i |
|---|------------|------------|-------|
| 1 | 12.5 | 0.5 | 3 |
| 2 | 37.5 | 0.5 | 6 |
| 3 | 87.5 | 0.5 | 12 |

なお、第 1 の実施例で述べた円周溝 13 及び多孔質材 14 は、第 2 及び第 3 の実施例においても同様に適用できることは勿論である。

また、上記各実施例の反応ガス供給装置は、プラズマエッチング装置等のドライエッチング装置に適用した場合について述べているが、反応ガス供給のもとにウエハ上に反応生成膜を形成する CVD 装置にも同様にして適用することができる。
〔発明の効果〕

以上詳細に説明したように、本発明によれば、ウエハ表面に供給される反応ガスのガス流速が一定となるように、平行平板式のドライエッチング装置、CVD 装置等のウエハ処理装置の上部電極に、ピンチ円半径 r_i 、ピンチ円半径 r_i の円周上での孔径 d_i 及び孔数 n_i を定めた多数のガス供給孔を全体にバランスさせて形成する構成としている。

従ってドライエッチング、CVD 膜形成等のウエハ処理を高い均一性を以て施すことができるという効果がある。

4. 図面の簡単な説明

第 1 図は本発明の第 1 の実施例の説明図、第 2 図は同第 1 の実施例でのエッチング特性図、第 3 図は同第 2 の実施例の説明図、第 4 図は同第 3 の

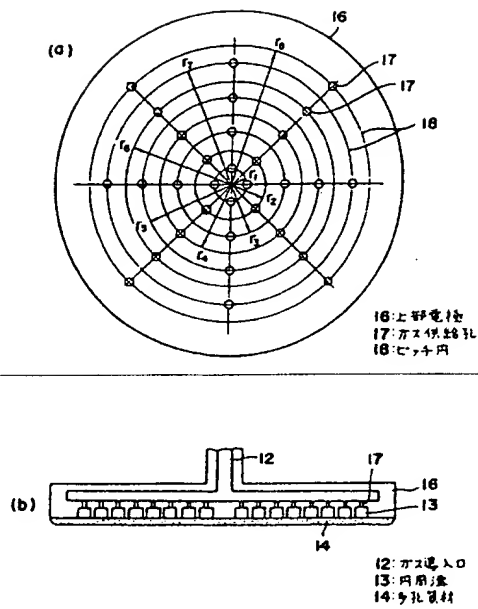
実施例の説明図、第 5 図は従来例の説明図、また第 6 図は同従来例でのエッチング特性図である。

12…ガス導入口、13…円周溝、14…多孔質材、16…上部電極、17…ガス供給孔、18…ピンチ円。

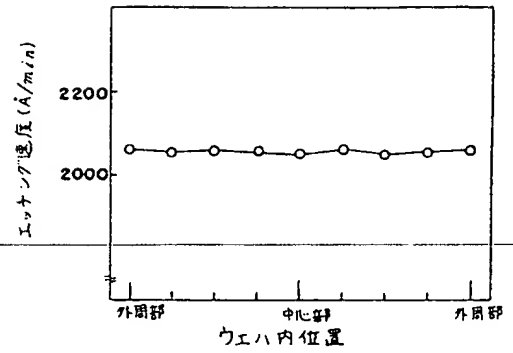
特許出願人 神電気工業株式会社

代理人 弁理士 菊 池 弘

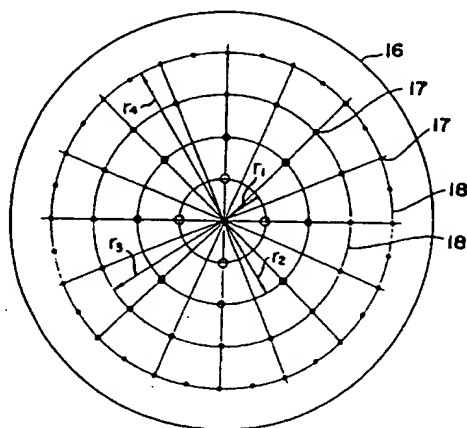




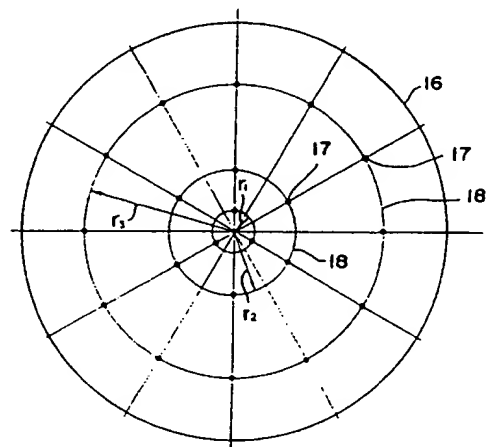
本発明の利の実施例の説明図
第 1 図



本発明の第1実施例のエッチング特性図
第2図



本発明の第2の実施例の説明図
第3図



本発明の第3の実施例の説明図
第4図